Fred Gardiol & Yves Fournier

# **Marconi** ouvre la voie à la transmission sans fil



**Fin septembre 1895, un coup de fusil retentit dans les jardins de la villa Griffone à Pontecchio, près de Bologne. Cette détonation annonce la transmission par le jeune Guglielmo Marconi, alors âgé de 21 ans, d'un message «sans fil» sur une distance de quelque 2,5 kilomètres [1][1]. Un an plus tard, il dépose à Londres le brevet No. 12'039/1896, qui est bientôt suivi (1897) de l'homologation par le *British Post Office* d'une transmission sans fil sur une distance de 14 kilomètres entre Lavernock Point et l'île de Flat Holme dans le canal de Bristol [2]. Puis, c'est la traversée de la Manche en 1899 et, en 1901, Marconi parvient même à réaliser une liaison T.S.F. transatlantique entre Poldhu en Angleterre et Signal Hill à Terre Neuve [3]. Nous connaissons tous la suite: serait-il possible aujourd'hui d'imaginer un monde sans radio, ni télévision, ni téléphone mobile? De ces premiers tâtonnements pour la mise au point d'un système fiable, il ne reste pourtant guère plus qu'une documentation anecdotique.**

## Premiers tâtonnements de la transmission sans fil

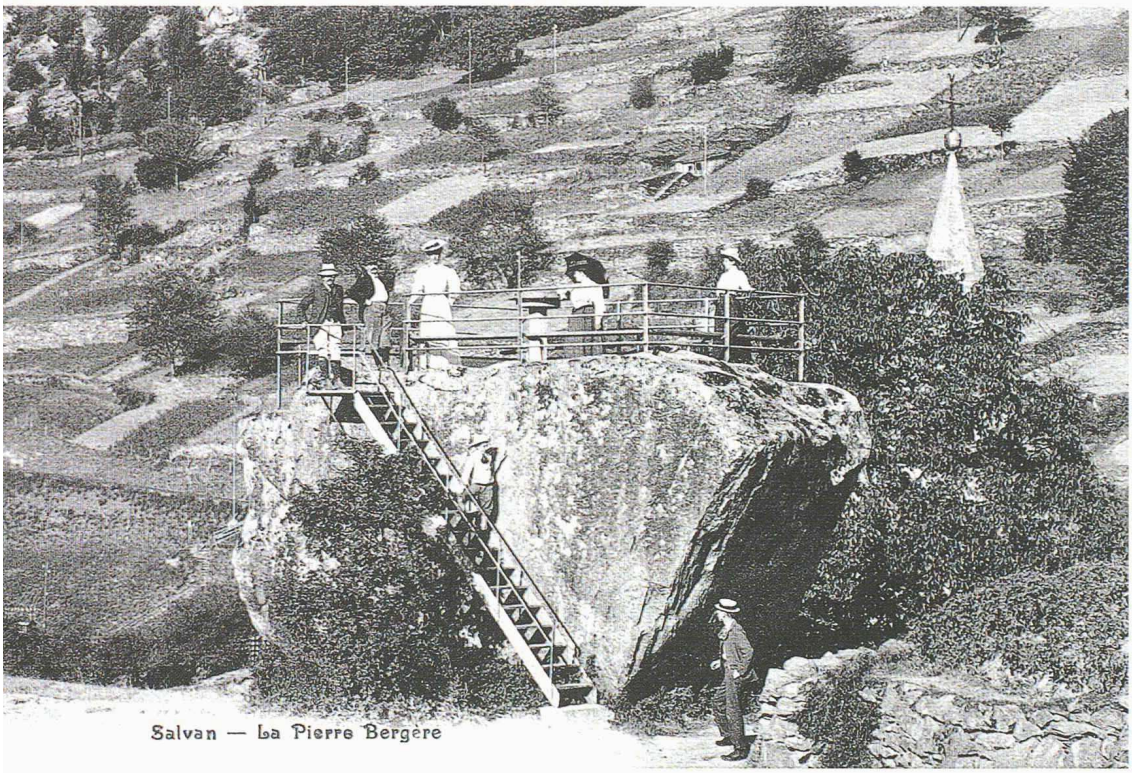
Passionné par la lecture d'un article paru sur les ondes électromagnétiques, Guglielmo Marconi décida de transmettre un message sans recourir à une quelconque connexion métallique entre l'émetteur et le récepteur. En 1894, alors qu'il séjournait à Andorno près du Santuario di Oropa, dans les Alpes italiennes, il apprit le décès de Heinrich Hertz, le physicien allemand qui avait été le premier à démontrer l'existence des ondes électromagnétiques prédites en 1864 par Maxwell (appelées depuis lors «ondes hertziennes»). Durant un laps de temps relativement bref, de l'ordre d'un an et demi au maximum, Guglielmo Marconi réunit des informations techniques, construisit des appareils dans le grenier de la villa Griffone, assembla son équipement, chercha à le faire fonctionner, et y parvint!

Il commença certainement par répéter les expériences de Hertz, améliora ensuite les performances de ses appareils pour transmettre à travers une chambre, le long d'un couloir, enfin entre la maison et les champs environnants. Il ne laissa pas de notes décrivant les étapes de ses réalisations [4]. Marconi ne disposait alors ni de manuels, ni d'appareils de mesure adéquats, ni d'outils d'analyse et de simulation, ni d'équipe de spécialistes à appeler en cas de difficulté - toutes choses devenues indispensables à l'ingénieur d'aujourd'hui. Il n'est donc guère possible de se représenter les difficultés rencontrées par Marconi, qui n'était alors qu'un jeune débutant au bénéfice d'une formation plutôt sommaire (en effet, il fut refusé à l'Académie Navale et à l'Université de Bologne). Il possédait en revanche un sens pratique exceptionnel, développé dès sa tendre enfance, et une très forte motivation qui lui ont permis de réaliser ce qui était à l'époque un véritable exploit.

Il serait fort intéressant d'en savoir plus sur la manière dont Marconi a procédé, mais il ne nous a apparemment laissé aucun document décrivant ses travaux durant cette période cruciale. Nous ne disposons en fait que de quelques témoignages oraux, recueillis bien des années après les premiers pas de la T.S.F. [5]. Une partie de ces éléments sont dus à Maurice Gay-Balmaz, un habitant de Salvan qui, un jour d'été 1895, avait vu un «beau jeune homme» (fig. 1) équipé d'appareils bizarres débarquer dans son village.

[1] Les chiffres entre crochets renvoient aux références en fin d'article.

1




2

### Un vieil homme raconte une histoire

Né en 1885, Maurice Gay-Balmaz n'avait donc que dix ans le jour où il fut intrigué par «un étrange appareil entreposé dans l'herbe» non loin de sa maison. Guglielmo Marconi, qui logeait alors chez l'oncle du jeune Salvanin, s'aperçut de l'intérêt de l'enfant pour son appareil et lui proposa de travailler pour lui, le faisant ainsi, et sans qu'il le sut, prendre part à l'une des plus grandes découvertes de notre temps [7].

C'est sur la «Pierre Bergère», un bloc erratique dominant le village de Salvan (fig. 2), que Marconi installa son émetteur. Ce curieux équipement comportait une batterie, une bobine de Ruhmkorff, un éclateur de Righi et une antenne. A quelques mètres de distance au pied de cette pierre, le jeune Maurice tenait une perche[2] longue d'environ deux mètres cinquante, le long de laquelle courait un fil métallique relié à un «récepteur» formé probablement d'un cohéreur de Branly, d'une batterie et d'une sonnerie (fig. 3 et 4), matériel en partie apporté de Bologne.

Il fallut toutefois bien du temps avant que le signal passe. Maurice Gay-Balmaz se souvient de ses longues attentes: «...pour commencer ça ne sonnait pas et puis, à force d'essais, d'études et de réglages de son appareil, ça a sonné à cette distance-là... Marconi avait un visage radieux, il m'a fait signe depuis sur la pierre... il m'a dit : "Ça va bien, ça commence!". Alors il m'a fait aller plus loin, peut-être cent mètres plus loin. Alors là ça a été quelques fois, ...peut-être une demi-journée d'essais encore avant que ça n'ait sonné. Et ça a sonné ! Et on a poursuivi comme ça» [6].

[2] Incidemment, le terme italien désignant une perche est «antenna». Cette appellation introduite à cette époque par Marconi est depuis lors universellement utilisée [8].

Bientôt, la distance devint trop grande pour communiquer oralement et des drapeaux servirent à échanger les messages. Le garçon agitait un drapeau rouge quand la sonnerie retentissait, et un drapeau blanc quand il n'entendait rien. Le récepteur fut placé de plus en plus loin de la Pierre Bergère, les quatre ou cinq mètres initiaux se muèrent bientôt en centaines de mètres, pour finalement atteindre «une propriété au sommet des Marécottes» à une distance d'environ un kilomètre et demi. Comme le site de réception n'était pas toujours visible depuis la Pierre Bergère, Maurice Gay-Balmaz devait alors se déplacer pour signaler le résultat des essais. Cette dernière remarque est particulièrement significative: à cette époque, on croyait en effet dur comme fer que - comme la lumière - les ondes électromagnétiques ne se propageaient qu'en ligne droite et ne pouvaient, de ce fait, être captées au-delà de collines ou de montagnes; on pensait également que la courbure de la terre limiterait la portée d'une liaison, mais avant Marconi, personne n'avait songé à vérifier cette croyance qui s'est avérée incorrecte. C'est donc apparemment à Salvan qu'eut lieu, pour la première fois, une transmission sans visibilité directe.

Après plusieurs semaines d'expérimentation, Marconi rentra en Italie, ne laissant à Salvan que quelques fils de cuivre oubliés dans sa chambre. Sa vie prit ensuite un tour extrêmement mouvementé. A son retour, il poursuivit ses expériences et confirma la découverte de la T.S.F. (télégraphie sans fil) par le dépôt d'un célèbre brevet à Londres en 1896. Dès lors, il ne cessa d'améliorer le système de transmission grâce auquel il bâtit un véritable empire des télécommunications. Sa découverte lui valut les plus grands honneurs, dont une quinzaine de doctorats *honoris causa* et d'importantes

*Fig. 1: Guglielmo Marconi (Photo: Fondation Marconi)*

*Fig. 2: La Pierre Bergère d'où furent tentées les premières expériences. (Photo: Fondation Marconi)*

*Fig. 3 : Reconstitution de l'appareillage utilisé en 1895 par Marconi: détail du récepteur (Photo: Fondation Marconi)*

*Fig. 4: Reconstitution de l'appareillage utilisé en 1895 par Marconi: schéma de fonctionnement (Photo: Michel Simeon)*

récompenses scientifiques dans le monde entier, y compris le prix Nobel de physique en 1909. Il parcourut inlassablement le globe et suivit de très près l'évolution de ses entreprises, aussi bien sur les plans technique que commercial et financier, jusqu'à ce qu'une crise cardiaque mette fin à ses activités aux premières heures du 20 juillet 1937 [17].

Le grand mérite de Marconi a été de ne pas reconnaître de limites et d'avoir consacré toute sa vie à la vision qu'il avait eue en 1894, confirmée l'année suivante à Salvan. Malgré le scepticisme général, il poursuivit avec obstination une entreprise qui allait à l'encontre des idées généralement admises à cette époque et ne se laissa pas décourager par les difficultés et les échecs. Il réussit ce que beaucoup d'autres avaient jugé impossible. Guglielmo Marconi était un homme d'action, qui ne prit jamais le temps de «regarder en arrière» et d'écrire ses mémoires, de sorte que certaines questions resteront à jamais sans réponse...

## Les «flous» de l'histoire orale

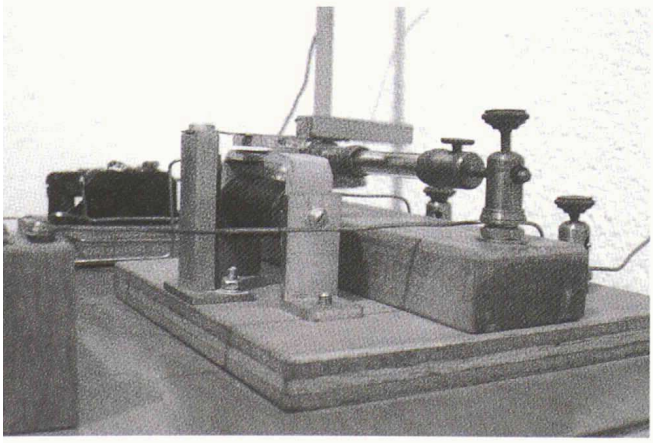
Du point de vue de l'historien, un témoignage oral comme celui de Maurice Gay-Balmaz reste sujet à caution. On sait que la mémoire n'enregistre pas les faits eux-mêmes, mais l'interprétation qu'en fait l'observateur dans le contexte du moment. Quand, de plus, le récit est livré quelque septante années après les événements, on peut s'attendre à certaines imprécisions, et il faudrait disposer d'autres témoignages ou de documents écrits pour le compléter et le corroborer.

Le séjour de Marconi à Salvan paraît toutefois solidement établi, non seulement par le témoignage de Maurice Gay-Balmaz, mais aussi par ceux d'autres habitants, et sa narration remarquablement précise et détaillée décrit de manière plausible comment Marconi a procédé et donne en tout état de cause des indications intéressantes sur ce qui a dû se passer à l'époque.

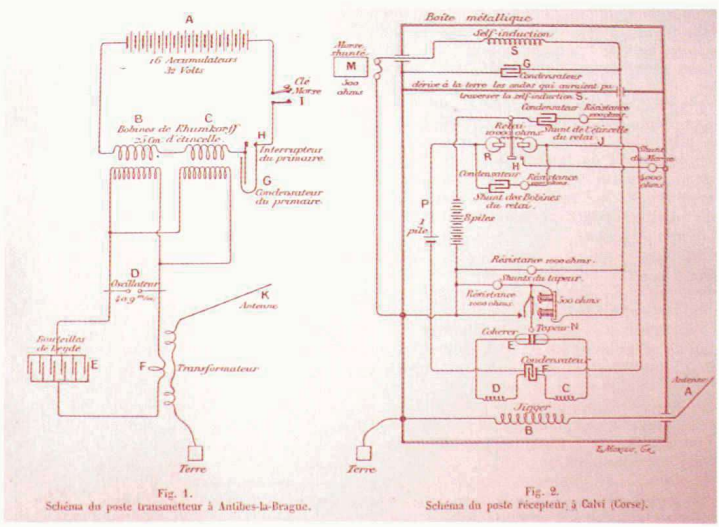
## Genèse de la radio

On demande souvent: qui a inventé la radio? Il faudrait pour cela définir de façon indiscutable ce qu'est la «radio» et ce qu'est un «inventeur», si bien qu'en l'absence de définitions claires, plusieurs pays ont décidé que le seul et unique «inventeur de la radio» était l'un de leurs éminents citoyens. Diverses querelles de préséance stériles ont ainsi divisé autrefois le monde scientifique, clivages qui ont heureusement été dépassés aujourd'hui [11, 12].

L'invention de la radio, ou plutôt son développement, est une longue aventure à laquelle de nombreux scientifiques connus et méconnus ont participé durant les XIX$^{e}$ et XX$^{e}$ siècles. Cette épopée a été jalonnée par une série d'étapes plus ou moins marquantes. Le rayonnement électromagnétique a d'abord été prédit par la théorie, puis découvert expérimentalement. Il est ensuite apparu que ce rayonnement pourrait transmettre des messages et l'équipement idoine a été mis au point, pour finalement transmettre des informations sur des distances de plus en plus longues qui atteignent maintenant les confins du système solaire! Les messages furent d'abord très rudimentaires, du «bruit» modulé en tout-ou-rien (code Morse), après quoi divers perfectionnements permirent de transmettre de la parole, de la musique, des images, et, finalement, des données informatiques. De nouvelles technologies sont apparues: détecteurs à semiconducteurs, tubes électroniques, transistors, circuits intégrés, codes de transmission, etc.



3




4

Fig. 1.
Schéma du poste transmetteur à Antibes-la-Brague.

Fig. 2.
Schéma du poste récepteur à Calvi (Corse).

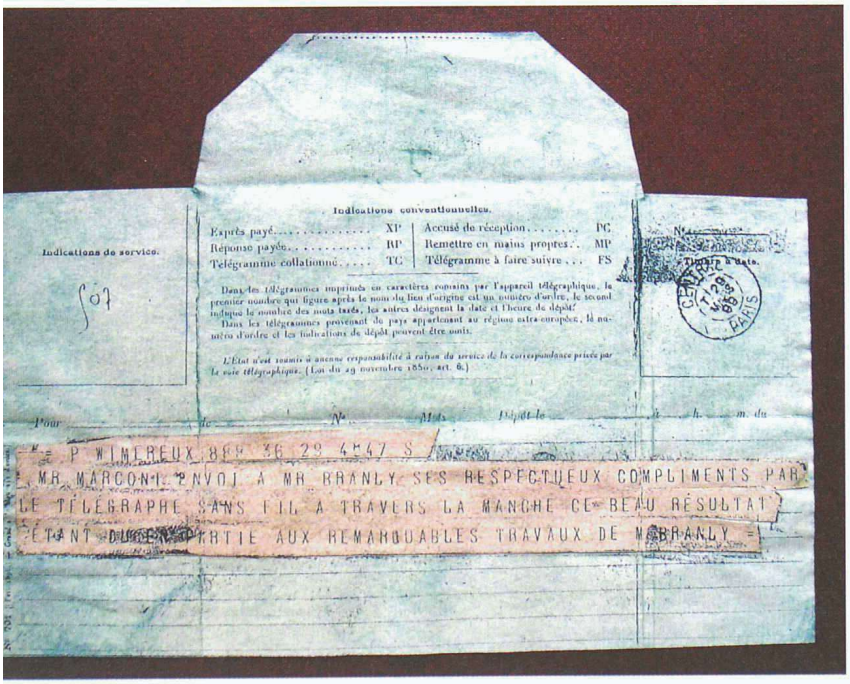
*Fig. 5 & 6: A Wimereux, réception du télégramme sans fil adressé de Douvres par Guglielmo Marconi à Edouard Branly en 1899:*
*«MR MARCONI ENVOI A MR BRANLY SES RESPECTUEUX COMPLIMENTS PAR LE TELEGRAPHE SANS FIL A TRAVERS LA MANCHE CE BEAU RESULTAT ETANT DU EN PARTIE AUX REMARQUABLES TRAVAUX DE MR BRANLY»*
*(Photo: Michel Simeon)*

*Fig. 7: Marconi, tel qu'on le retrouve sur le dernier billet italien de 2000 lires.*

5

Le poste d'expériences de Wimereux : Réception d'un télégramme d'Angleterre. – (Phot. Meys.)

6




Si l'on remonte à la «préhistoire» de la radio, le premier acteur est sans nul doute le danois Hans Christian Oersted, qui montra en 1820 qu'un courant électrique pouvait faire dévier l'aiguille aimantée d'une boussole - soit la première mise en évidence d'une relation entre électricité et magnétisme. Un an plus tard, le Français André Marie Ampère répéta et compléta l'expérience, avant d'élaborer une théorie. Puis, Michael Faraday (1791-1867) découvrit l'induction magnétique et introduisit le concept des lignes de force - mais son statut d'expérimentateur sans formation universitaire (à l'instar de Guglielmo Marconi plus tard!) ne valut guère de crédit à ses idées jusqu'à ce que le grand physicien James Clerk Maxwell en fasse usage pour établir ses fameuses équations en 1864. La théorie de Maxwell prédisait l'existence du rayonnement électromagnétique. Il ne restait qu'à en vérifier l'existence sur le plan expérimental [2].

C'est durant l'hiver 1886-1887, que Heinrich Hertz - expérimentant en Allemagne avec des générateurs à étincelles et des dipôles - réussit à détecter la présence d'ondes électromagnétiques et valida ainsi les prédictions théoriques faites par Maxwell en 1864. Son appareillage était toutefois très peu sensible, de sorte que la détection ne pouvait se faire qu'à quelques mètres au maximum, et Hertz mourut en 1894 âgé de 34 ans seulement.

En Angleterre, ces travaux avaient été suivis de près par Oliver Lodge, qui reprit le flambeau après la mort de Hertz en perfectionnant l'étude des circuits oscillants. En 1893, il avait notamment introduit dans son récepteur un «cohéreur» à limaille, récemment mis au point en France par Edouard Branly (fig. 5 et 6). Ce dernier avait en effet constaté que la résistance d'un tube en verre rempli de limaille de fer diminuait fortement au voisinage d'une décharge électrique. Lodge put ainsi étendre la distance de détection à quelques dizaines de mètres - une distance suffisante pour faire des démonstrations à ses étudiants et lors des séances de la «Royal Institution». En «pur scientifique», Lodge ne s'était jamais préoccupé d'une éventuelle application pratique de ses démonstrations, jusqu'à ce qu'Alexandre Muirhead, ingénieur des télégraphes, lui suggère de transmettre des messages et qu'une collaboration s'établisse ensuite entre les deux hommes. Mais une des contributions majeures de Lodge reste la présentation qu'il fit en 1894 à la «Royal Institution», à la suite de la mort de Heinrich Hertz. Il y relata les travaux de ce dernier avec certaines de ses propres expériences et cette contribution, ainsi que plusieurs articles qu'il publia peu après [13], eurent un retentissement important en faisant connaître dans le monde entier des travaux qui étaient jusque-là restés relativement confidentiels.

Lodge fut ainsi un personnage clé, souvent méconnu, dans le développement de la radio. Disposant de connaissances approfondies du rayonnement électromagnétique et d'équipements de transmission et de réception nettement supérieurs à ceux du jeune débutant Marconi, il n'était pourtant guère intéressé par les applications et a sous-estimé l'impact potentiel de ses recherches. Par ailleurs, à la suite d' une violente dispute au sujet de l'efficacité des paratonnerres, il s'était attiré l'inimitié de Sir William H. Preece, l'ingénieur en chef du *General Post Office*, si bien que lorsque ce dernier «prit sous son aile» le jeune Marconi, toute collaboration entre Lodge et la nouvelle recrue devint impossible. Ce n'est que bien plus tard, après que la *Société Marconi* se vit forcée de racheter un brevet de Lodge et Muirhead, que Lodge en devint une sorte de consultant.

Plusieurs autres chercheurs s'étaient intéressés à l'électromagnétisme, obtenant des résultats plus ou moins probants, qui ne devaient toutefois pas avoir d'impact aussi marquant sur le développement de la radio [voir encadré p. 18]. Si des bases solides, aussi bien théoriques qu'expérimentales, avaient donc été établies, il manquait encore l'étincelle du génie... tel fut le contexte dans lequel se sont inscrites les expériences de Marconi à Salvan. Un village qui peut aujourd'hui s'enorgueillir d'avoir contribué, bien inconsciemment, à l'une des plus grandes découvertes de notre temps en mettant à disposition un terrain d'exercice particulièrement propice.

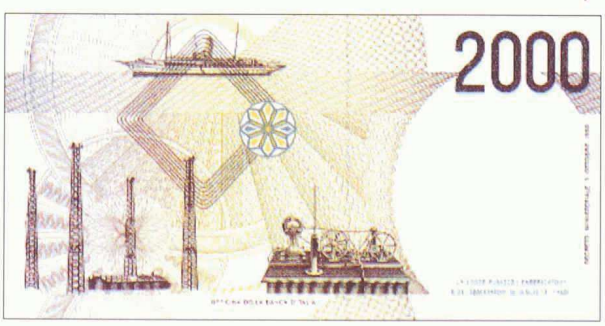
Remerciements
Un très grand merci à MM. Michel et Pascal Simeon et Frédéric Guillien pour les illustrations mises à disposition

Références
[1] Degna Marconi: «Mon père, Marconi», Ottawa, Balmuir Book Publishing Ltd, 1983
[2] G.R.M. Garratt: «The Early History of Radio: from Faraday to Marconi», Londres, Institution of Electrical Engineers, 1994
[3] «Du Sémaphore au Satellite», Genève, Union Internationale des Télécommunications (UIT), 1965
[4] R. W. Simons: «Guglielmo Marconi and the early systems of wireless communication», *GEC Review*, vol. 11, N° 1, 1996
[5] W. P. Jolly: «Marconi», New York, Stein and Day, 1972
[6] A. Nusslé: interview de M. Maurice Gay-Balmaz (84 ans) diffusée le 22 juillet 1968 par la Radio Suisse Romande (transcription Y. Fournier)
[7] Y. Fournier: «Salvan sur les pas de Marconi», Salvan, Fondation Salvan Marconi, 2e édition, 2000
[8] G. Pelosi, S. Selleri, et B. Vallotti: «Antennæ», *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 42, N° 1, février 2000, pp. 61-63
[9] P. Leggatt: «A Marconi mystery», *Bulletin of the British Vintage Wireless Society*, Vol. 21, N° 2, été 1996
[10] P. Leggatt: «A postscript to a Marconi Mystery», *Bulletin of the British Vintage Wireless Society*, Vol. 22, N° 3, automne 1997
[11] J. Cazenobe: «Marconi a-t-il inventé la Radio?», *La Recherche* , Mai 1995, vol. 26, pp. 508-514
[12] A. Dorozynski: «Mais qui donc a inventé la RADIO?», *Science et Vie*, juin 1997, pp. 130-135
[13] O. J. Lodge: «The work of Hertz», *Proceedings of the Royal Institution*, 1894, vol. 14, pp. 321-349, aussi dans *The Electrician*, 1894, vol. 33, pp. 153-155, 186-190, 204-205
[14] Luigi Solari: «Quaranta anni con Marconi», *La Parola del Mondo*, N° 3, Padova, 1938.
[15] Jacot and Collier: «Marconi, Master of Space», Hutchinson, 1935
[16] M. C. de Henseler: «On Marconi's trail in Switzerland», The Proceedings, The Radio Club of America, Inc., Spring 2001, pp. 22-24
[17] Maria Cristina Marconi: «Marconi, my beloved», Boston, Dante University of America Press, 1999

Pour en savoir plus
members.aol.com/EncyRadio/ENCYCLOPEDIE/History
pascalsimeon.free.fr/tsf.htm#TELEGRAPHIE

Fred Gardiol, professeur honoraire EPFL
Ch. des Graminées 11
CH - 1009 Pully
Yves Fournier, historien
Fondation Marconi, Av. Fusion 40 - Florimont
CH - 1920 Martigny

7



## Tâtonnements, précurseurs et controverses autour de la transmission sans fil

Durant la seconde moitié du XIX[e] siècle, la transmission sans fil a fait l'objet de multiples travaux et a été explorée par de très nombreux chercheurs dont les projets n'ont pas abouti.

Digne émule de Benjamin Franklin, Mahlon Loomis entreprit ses expériences en Virginie Occidentale (USA). Ayant recouvert un cerf-volant d'une feuille métallique, il le relia au sol par 200 mètres de fil de cuivre en insérant, dans le circuit, un interrupteur [1]. À quelque 25 km de là, il installa un second cerf-volant semblable au premier, mais connecté à un galvanomètre. Les nuages fournissaient l'électricité. Un opérateur manipulait l'interrupteur en notant minutieusement les périodes d'ouverture et de fermeture, tandis qu'à l'autre extrémité, un observateur notait les fluctuations du galvanomètre. L'expérience fut répétée maintes fois et s'avéra concluante puisque les variations du galvanomètre coïncidaient exactement avec les manœuvres de l'interrupteur. La transmission à distance était inventée! Loomis déposa un brevet en 1872, mais il n'obtint pas le financement nécessaire pour poursuivre ses expériences et mourut ruiné en 1886.

Autre scénario en Angleterre, où la radio fut «presque découverte» fortuitement en 1890 par David Edward Hughes, inventeur d'un type de microphone [2]. Celui-ci avait en effet constaté que l'un de ses appareils connecté à un circuit de détection émettait un son lorsqu'un générateur à étincelles fonctionnait dans les environs, et ce jusqu'à plusieurs centaines de mètres de distance. Ayant présenté son expérience à quelques experts - dont le président de la Royal Society - qui n'étaient toutefois pas spécialisés en électromagnétisme, ceux-ci conclurent que le phénomène pouvait être expliqué par simple induction. Ce n'est que bien des années plus tard, que Hughes apprit que son microphone avait joué le rôle de redresseur et avait effectivement détecté un signal électromagnétique rayonné. Si son observation avait été correctement interprétée par les «experts», il aurait eu cinq ans d'avance sur Marconi!

En Russie, Aleksandr Stepanovich Popov (1859-1905) avait aussi suivi les travaux de Hertz et répété certaines de ses expériences. Il connecta notamment un détecteur à un paratonnerre et fut ainsi en mesure de prévoir les orages, inventant en quelque sorte l'antenne, à peu près en même temps que Marconi. Il évoqua la possibilité d'utiliser les ondes électromagnétiques pour transmettre des informations, mais jugea qu'il faudrait pour cela des émetteurs plus puissants. Nous savons maintenant qu'il se trompait, car il fallait avant tout des détecteurs plus sensibles.

C'est en 1892, dans une conférence présentée au Franklin Institute, que Nikola Tesla - un inventeur de génie, titulaire de quelques 800 brevets [4] - déclara qu'il avait l'intention d'opérer une «transmission de signaux intelligibles sans se servir de fils». Le contexte montre qu'il ne songeait pas à une transmission par ondes hertziennes, mais envisageait un transfert d'énergie exploitant la capacité électrostatique de la terre. Pour lui, la surface de la terre formait l'armature d'un condensateur qu'il suffirait de charger pour pouvoir fournir instantanément des quantités arbitraires d'énergie - et incidemment d'informations - à tous les habitants de la planète. Il voulait en quelque sorte faire de la télégraphie électrostatique par le sol [5]. Tesla imagina aussi d'effectuer une transmission des USA au Portugal et reçut à cet effet un important soutien financier en 1901 [6]. Cette transmission n'eut toutefois jamais lieu.

Il n'en demeure pas moins qu'à l'issue d'un procès intenté et perdu par la *Marconi Wireless Telegraph Company*, la Cour Suprême des Etats Unis décida, en octobre 1942, que l'inventeur de la radio n'était pas Guglielmo Marconi, mais Nikola Tesla. Les brevets de Marconi devenaient de ce fait sans valeur aux USA.


Références

[1] P. Zweiacker: «Who really invented radio?» Flash EPFL, 30 octobre 2001

[2] G.R.M. Garratt: «The Early History of Radio: from Faraday to Marconi», Londres, Institution of Electrical Engineers, 1994

[3] Maria Cristina Marconi: «Marconi, my beloved», Boston: Dante University of America Press, 1999

[4] N. Tesla: «Sur les phénomènes de vibration à haute fréquence» (traduction française), *La Lumière Electrique*, vol. 49, p. 340, 1893

[5] J. Cazenobe: «Marconi a-t-il inventé la Radio? », *La Recherche* , Mai 1995, vol. 26, pp. 508-514

[6] P. K. Bondyopadhyay: «Marconi's 1901 transatlantic wireless communication experiment», Special session on Marconi, 31st European Microwave Conference, Londres, 26 septembre 2001

[7] I.V. Lindell: «Wireless before Marconi», IEEE APS/URSI Symposium, Boston, 2001